

## 近赤外分光法による「きぬあかり」と「ゆめあかり」の 原麦蛋白質含量の簡易測定

山下有希<sup>1)</sup>・平岩 確<sup>2)</sup>・遠山孝通<sup>3)</sup>・森崎耕平<sup>3)</sup>・浅野智也<sup>3)</sup>・  
黒野綾子<sup>3)</sup>・伊藤 真<sup>3)</sup>・池田彰弘<sup>3)</sup>

**摘要：**愛知県におけるコムギの主要品種である「きぬあかり」と「ゆめあかり」を対象に、近赤外分析計NIRFlex N-500を用いて原麦蛋白質含量(以下「蛋白質含量」という)の測定用検量線を作成し、その精度を検証した。

検量線作成には、蛋白質含量の化学分析値が6.5~17.0%範囲の「きぬあかり」と「ゆめあかり」試料309点を用いた。作成した検量線を用いて検証用の「きぬあかり」と「ゆめあかり」試料100点を測定し化学分析値と比較することにより検量線の精度を検証した。その結果、RPD=5.4となり、作成した検量線はWilliamsとNorris(2001)の評価基準における「精度が非常に高い」に当てはまることが明らかとなった。

本検量線を用いた近赤外分光法は「きぬあかり」と「ゆめあかり」の蛋白質含量の簡易分析を可能とし、生産現場での迅速な品質の確認や肥培管理法の改善等、品質の均質化に向けた普及指導上の有効な手段に成り得ると判断された。

**キーワード：**きぬあかり、ゆめあかり、原麦蛋白質含量、検量線、近赤外分析計

### 緒 言

愛知県におけるコムギの主要品種である「きぬあかり」と「ゆめあかり」には適正な蛋白質含量を確保しつつ、安定的に多収できる栽培技術が求められており、その達成に向けた施肥栽培試験が場内及び県内各地で行われている<sup>1)</sup>。蛋白質含量はコムギの加工適性を判断する重要な項目のひとつであるが、化学的な手法による分析には膨大な時間と労力を要する。このため、迅速かつ簡易な測定方法として近赤外分光法による分析が多く行われている<sup>2,3)</sup>。当场においても、2001年から近赤外分析計6500HON(ニレコ株式会社、東京、以下「6500HON」という)を使用していたが、2015年に近赤外分析計NIRFlex N-500(日本ビュッヒ株式会社、東京、以下「N-500」という)を導入した。導入に当たり6500HONで使用していた検量線を用いて確認したところ、2016年産の「きぬあかり」と「ゆめあかり」の化学分析で求めた蛋白質含量とN-500で測定した蛋白質含量では蛋白質含量が高くなるにつれて誤差が大きくなった。そこで、本試験では、N-500に適する検量線を新たに作成し、分析精度を検証した。

### 材料及び方法

#### 1 供試試料

検量線作成及びその検証は、試験場内での栽培試験ほ場及び現地栽培ほ場より採取した2016、2017年産の「きぬあかり」と「ゆめあかり」の原麦を試料として供試した。検量線作成用には、「きぬあかり」120点、「ゆめあかり」189点の合計309点、検量線精度の検証用には、「きぬあかり」49点、「ゆめあかり」51点の合計100点を使用した。

#### 2 検量線の作成

試料の化学分析値は、供試試料を80°C48時間乾燥し、サイクロンミル(Cyclotec1093、Tecotor、スウェーデン)で粉碎後、元素分析装置JM1000CN(ジェイ・サイエンス・ラボ、京都)による乾式燃焼法で窒素含量を求め、換算係数(コムギ玄穀:5.83)<sup>4)</sup>を乗じて蛋白質含量を算出した。さらに、粉碎試料を135°Cで3時間乾燥して水分含量を測定し<sup>5)</sup>、原麦水分13.5%での蛋白質含量に換算した。供試試料の近赤外スペクトルをN-500で測定(波長領域:1000-2500 nm/10000-4000 cm<sup>-1</sup>、測定間隔:4 cm<sup>-1</sup>、スキャン回数:50回)し、前述の乾式燃焼法による化学分析値と比較解析することにより蛋白質含量の検量線を作

<sup>1)</sup>作物研究部(現尾張農林水産事務所) <sup>2)</sup>作物研究部(現西三河農林水産事務所) <sup>3)</sup>作物研究部

成した。なお、検量線作成にはN-500付属のソフトウェア(ケモメトリックスデータ解析用ソフトウェアNIRCal、日本ビュッヒ、東京)を用いた。

### 3 検量線の精度検証

作成された検量線を用いて検証用試料の蛋白質含量を求め、化学分析値と比較することで検量線の精度を評価した。その評価にはWilliamsとNorris<sup>6)</sup>が示した基準(RPD法、 $RPD=SD/SEP$ )を用いた。検証用試料の蛋白質含量の化学分析値の標準偏差(SD)と、化学分析値と近赤分析値(N-500で測定した蛋白質含量値)の差の標準誤差(SEP)から算出したRPDを評価基準によって評価した。

## 結果及び考察

### 1 検量線作成用・精度検証用の化学分析値

検量線作成及び検証用試料の蛋白質含量の化学分析値の頻度分布を図1及び図2に示した。検量線作成用試料の蛋白質含量は6.0~16.9%、検証用試料では6.3~

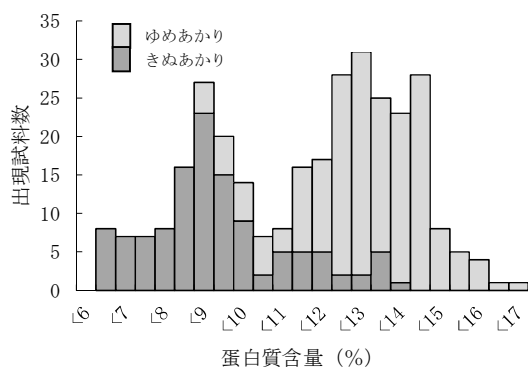


図1 検量線作成用試料の蛋白質含量の頻度分布  
注) 総サンプル数は309

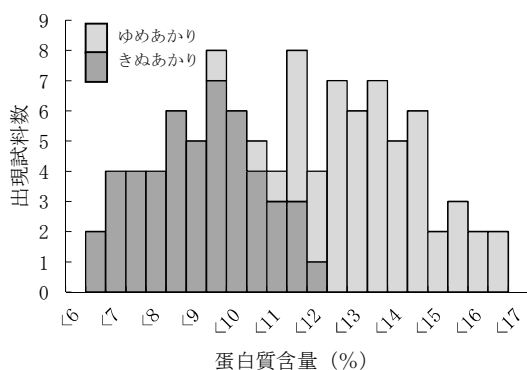


図2 検量線精度検証用試料の蛋白質含量の頻度分布  
注) 総サンプル数は100

16.5%範囲に分布していた。品種別にみると検量線作成用試料の蛋白質含量は、「きぬあかり」が6.0~14.1% (平均 $9.1 \pm 1.8\%$ )、「ゆめあかり」が8.6~16.9% (平均 $12.8 \pm 1.6\%$ )範囲であり、品種毎に母集団の分布が異なる傾向を示した。検証用試料の蛋白質含量は、「きぬあかり」が6.3~11.6% (平均 $8.9 \pm 1.4\%$ )、「ゆめあかり」が9.2~16.3% (平均 $13.1 \pm 1.6\%$ )範囲にあり品種間差は同様に認められたが、検量線作成用試料と検証用試料は、品種毎の母集団に収まった。

両品種毎に頻度分布が異なる理由は、「きぬあかり」は日本めん用基準値9.7~11.3%、許容値8.0~13.0% (日本穀物検定協会)を目標に、また「ゆめあかり」はパン中華めん用基準値11.5~14.0%、許容値10.0~15.5%を目標に栽培されていることが反映されているものと判断した。

### 2 検量線の作成と精度検証

「きぬあかり」と「ゆめあかり」の蛋白質含量の分布に差異があること、近赤外分光法では澱粉の結晶構造による測定への影響が危惧されることを考えると、検量線

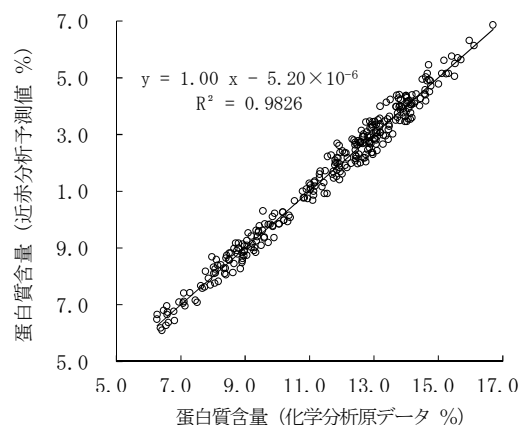


図3 作成した検量線での原データと予測値の関係

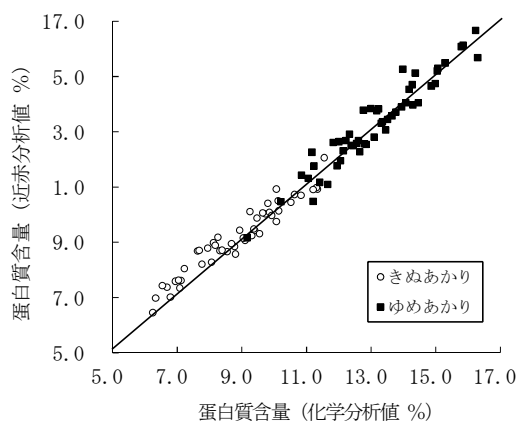


図4 検証用試料によるコムギ蛋白質含量の推定精度

表1 RPD法における評価基準

RPD	評価
≤2.3	精度が非常に低く実用不可
2.4-3.0	精度が低いが、大まかな推定可能
3.1-4.9	精度が高く問題の無い推定が可能
5.0-6.4	精度が非常に高い
6.5-8.0	特に精度が高い。品質管理分析に相当
8.1≤	精度が極めて高く、化学分析と同等

(Williams と Norris、2001)

の精度管理上、品種別あるいは硝子粒が多い試料は個別の検量線を作成することが有効であると考えられる。しかし、それでは本来の目的である簡易分析法ではなくなる。そこで、両品種を合わせた検量線作成用試料を用い検量線の作成を行った。NIRCalを用い近赤外スペクトルの4200-5100及び5500-9000  $\text{cm}^{-1}$ の波数領域について標準正規分散で前処理したのち偏最小二乗回帰(PLS)分析により自動演算処理を行ったところ、図3に示したように近赤外分光法による推定値と化学分析値との関係が傾き1.0、y切片0.0、決定係数0.98の極めて高い正の一次回帰式で示すことのできる検量線が得られた。

この検量線の精度を検証するため、検証用試料を用い化学分析値と近赤分析値を比較した結果、図4に示したように蛋白質含量の頻度分布の異なる「きぬあかり」、「ゆめあかり」ともに $y=x$ 上に分布し、適合度は高いと思われた。得られた解析結果をWilliamsとNorris(2001)が示した基準(表1)にあてはめ評価したところ、SEP=0.48、RPD=5.4となり、RPDの評価基準から、新規作成検量線を用いたN-500による蛋白質含量の測定精度は非常に高く、実用的であると判断された。

### 3 今後の活用について

2018年産米から行政による米の生産数量目標の配分がなくなったことによる米価の見通しに対する不安や国産コムギに対する実需者需要の増大を背景に、麦作の生産拡大が進められている。一方、これまで作付されていなかった地域での麦の作付け等により、実需者からは蛋白

質含量など品質の振れが指摘され、品質の均質化が要望されている。このような状況の中、生産現場では、迅速な品質確認や肥培管理法改善等を推進していくことが重要になっている。今回作成した新規検量線を適用したN-500の「きぬあかり」と「ゆめあかり」の蛋白質含量計測速度は1サンプル当たり25秒で、簡易に分析できる。普及指導を行っていく上での有効な手段の一つに成り得ると思われる。本近赤外分光法によるコムギ原麦蛋白質含量の簡易分析が、本県の麦作振興に寄与し、水田作経営体の収益性向上に活用されることを期待したい。

謝辞：西三河農林水産事務所、海部農林水産事務所、及び東三河農林水産事務所の作物担当者等にコムギ試料を提供いただいた。ここに記して感謝の意を表す。

### 引用文献

1. 黒野綾子, 船生岳人, 林元樹, 奥野綾子, 平岩確, 井手康人, 加藤満. 硬質コムギ品種「ゆめあかり」省力施肥技術の開発. 愛知農総試研報. 48, 49-55(2016)
2. 岩本睦夫. 近赤外法による国内産コムギを原料とするコムギ粉中の水分、たん白質ならびに灰分の測定. 日本食品工業学会. 31(1), 50-53(1984)
3. 夏賀元康, 川村周三, 伊藤和彦. 近赤外分光法による高水分コムギの品質測定(第1報)-高水分コムギの水分、タンパク質の測定-. 農業機械学会誌. 63(1), 93-99(2001)
4. 文部科学省. 五訂増補日本食品標準成分表. (2005). [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802/001/002.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802/001/002.htm). (2018. 1. 12参照)
5. 農林水産技術会議事務局. 食品分析研究科愛報告書. 18. (1973)
6. Williams PC and Norris K. Near infrared technology in the agricultural and food industries, 2nd Edition. American Association of Cereal Chemists, Minnesota, 145-169(2001)